

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10005958  
PUBLICATION DATE : 13-01-98

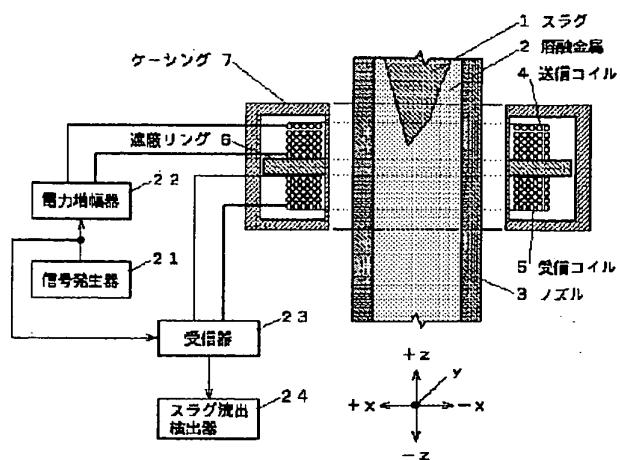
APPLICATION DATE : 27-06-96  
APPLICATION NUMBER : 08167079

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : FUJISAKI KEISUKE;

INT.CL. : B22D 11/16 B22D 11/10 B22D 37/00  
B22D 41/50 G01N 27/74

TITLE : DETECTION COIL DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve slag detection sensitivity by interposing a conductive body to suppress propagation of the magnetic field, generated by a transmitting coil, to a receiving coil.

SOLUTION: An electromagnetic shield ring 6 shields the magnetic flux from a transmitting coil 4 toward a receiving coil 5 so as to pass the ring 6 outside a nozzle 3. A signal generator 21 generates an AC signal of a prescribed frequency, an power amplifier 22 impresses the AC voltage in the form of amplified AC signal to a transmitting coil 4. The voltage to induce a receiving coil 5 is amplified by a receiver 23 and then it is given to a slag flowout detector 24. The slag flowout detector 24 compares a level/phase of the received signal to both the standard value corresponding to a shape/material of nozzle 3 and a steel kind/flow rate of molten metal and the reference value decided based on the sensitivity adjusting value set by an operator, switching from molten metal to slag is detected.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-5958

(43)公開日 平成10年(1998)1月13日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
B 22 D 11/16	104		B 22 D 11/16	104 E
11/10	330		11/10	330 Z
37/00		8719-4K	37/00	C
41/50	530		41/50	530
G 01 N 27/74			G 01 N 27/74	

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-167079

(22)出願日 平成8年(1996)6月27日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 藤崎敬介

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

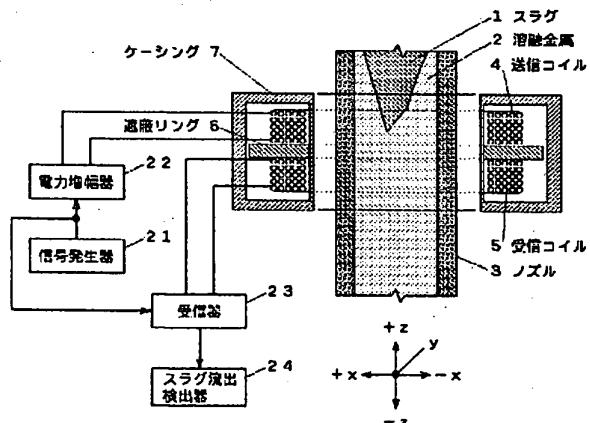
(74)代理人 弁理士 杉信興

(54)【発明の名称】 検出コイル装置

(57)【要約】

【課題】 送信コイルと受信コイルの磁気的直接結合の低減。スラグ検出感度の向上。

【解決手段】 管体3を周回する発信コイル4および受信コイル5を含む検出コイル装置(3~7)において、管体3の外部かつ発信コイル4、受信コイル5間に、磁気シールド用導電体6を介挿する。又は、導電体6に代えて強磁性体を介挿する。又は、導電体6部を広い空隙Dとする。更に、受信コイル5の感度を高くするために、 $n_1 \times 11 \geq 7 \text{ AT}$ 、発信コイル巻数  $n_1 \leq$  受信コイル巻数  $n_2$ 、とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】管体を周回する発信コイルおよび該管体を周回する受信コイルを含む検出コイル装置において、前記管体の外部かつ前記発信コイルと受信コイルの間に、発信コイルが発生した磁界の受信コイルへの波及を抑制する導電体を介挿したことを特徴とする検出コイル装置。

【請求項2】管体を周回する発信コイルおよび該管体を周回する受信コイルを含む検出コイル装置において、前記管体の外部かつ前記発信コイルと受信コイルの間に、発信コイルが発生した磁界の受信コイルへの波及を抑制する強磁性体を介挿したことを特徴とする検出コイル装置。

【請求項3】管体を周回する、中心半径がRの発信コイルおよび該管体を周回する受信コイルを含む検出コイル装置において、発信コイルが発生した磁界の、管体の外空間での受信コイルへの波及を抑制するために、前記発信コイルの中心と受信コイルの中心との距離Dを、 $D \geq R/2$ としたことを特徴とする検出コイル装置。

【請求項4】管体は鋳型に溶融金属を注入するノズルである、請求項1、請求項2又は請求項3記載の検出コイル装置。

【請求項5】発信コイルの巻数をn1、その交流通電の電流実効値をI1、及び受信コイルの巻数をn2とした場合、 $n1 \times I1 \geq 7AT$ 、 $n1 \leq n2$ である、請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4記載の検出コイル装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、管体内の流体の乱れを検出するためのコイル装置に関し、特に、管内の、標準流体への異物の混入又は標準流体から異物への切換わりを検出するためのコイル装置に関し、最も代表的なものの1つは、鋳型に溶融金属を注入するノズル内へのスラグ流入を検出するためのコイル装置である。

## 【0002】

【従来の技術】例えば連続鋳造において、取鍋からタンディッシュに、注湯ノズルを通して溶鋼が供給される。タンディッシュの溶鋼は、注湯ノズルを介して鋳型に供給される。取鍋には、それに溶鋼を注入するときにスラグが混入することがあり、取鍋に入ったスラグは溶鋼の上に浮かぶ。このスラグが、取鍋からタンディッシュへの注湯（溶鋼供給）の末期に、注湯ノズルに入り、そしてタンディッシュに入る。

【0003】このような、注湯ノズルを通ってのタンディッシュへのスラグの流入を防止するために、注湯ノズルの上端近く、又は、タイディッシュの溶鋼出口近辺に、溶鋼流路を周回する発信コイルおよび受信コイルを含む検出コイル装置を装着して、流路内が溶鋼からスラグに変わると、両コイル間の相互インダクタンスが変

わるので、この変化による受信コイルの電気量（誘起電圧、電流位相、発振周波数）の変化を検出し、そこで溶鋼を終了又は停止する技術が提案されている。

【0004】例えば、特開昭62-500646号公報には、溶融金属の冶金容器流出口、あるいは流出管の周囲の穴あきレンガ又は内張り中に、送信コイル及び基準コイル（1次コイル）並びに受信コイル（2次コイル）を巻回設置し、1次コイルを交流信号で励磁して、受信コイルに発生する電圧（及び位相）よりスラグの存在を自動的に検出するスラグ検出装置が開示されている。流出管の周辺に環状にコイルを配置すれば、流出管中を流れる物質の導電率の差により受信コイルに誘起する電圧（及び位相）に差違が生ずる。溶鋼の導電率はスラグの導電率より著しく高いので、流出管中を流れる溶鋼にスラグが混在する場合には、その部分の局部的導電率が低くなる。従って受信コイルに誘起する電圧（及び位相）を測定することにより流出管中を流れるスラグを検出することが出来る。尚、分解能を向上する為に、1次コイルは、複数の周波数の信号源（3種類の信号源）を使用して励磁している。

【0005】また特開昭64-27768号公報には、特開昭62-500646号公報のスラグ検出装置の、検出コイルの改良が示されている。金属溶湯流出管の周囲を環状に巻回した送信コイル、受信コイル及び基準コイル（測定精度上の目的で使用される）を磁性体で成る保護外筒に収納した上で非磁性カセットに収めた検出コイル装置が、金属製の冶金容器底板付近に配置されている。この目的は、コイル周囲の穴あきレンガ又は内張りの交換を実施しても、コイルに対し影響が及ばない様にするものであり、穴あきレンガ又は内張り、あるいはコイルカセットを各々単独で交換することが出来る。このため該カセットは金属製底板に接する位置に配置される。金属製底板付近にコイルを配置すると信号振幅の減少及び温度ドリフトの影響が大となるので、これに対する配慮がなされている。この装置における各コイルの相対的位置は、前記特開昭62-500646号公報の装置の場合と基本的には同様である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭62-500646号公報の装置においては、あるいは特開昭64-27768の装置においてもスラグ検出感度が低いと推察される。上記の様に送信コイルの発生する磁束を、導電体（溶融金属）が存在するルート（以下、検出ルートと称す）を介して受信コイルで検出する方式においては、検出ルートの導電率変化によって生ずる受信信号の変化分をシグナル成分（S）とし、送信コイルが発する磁束を、検出ルートの外で直接受信コイルで受信する分をノイズ成分（N）とすると、感度はS/N比（シグナル成分レベル/ノイズ成分レベル）で表わされる。上記の従来装置では、検出コイル装置が、送信

コイルと受信コイルが同軸で隣接する構成であるので、送信コイルが発する励磁々束が直接受信コイルと結合し、2次電圧を誘起させる割合が多い。すなわちノイズ成分が多いのでS/N比が低い。

【0007】本発明は上記に鑑みて成されたものであり、S/N比が高い検出コイル装置を提供することを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1態様は、管体(3)を周回する発信コイル(4)および該管体(3)を周回する受信コイル(5)を含む検出コイル装置(3~7)において、前記管体(3)の外部かつ前記発信コイル(4)と受信コイル(5)の間に、発信コイル(4)が発生した磁界の受信コイル(5)への波及を抑制する導電体(6)を介挿したことを特徴とする。

【0009】これによれば、発信コイル(4)が発生し検出ルートの外で受信コイル(5)に向かう交流磁束( $\phi_2$ )は導電体(6)に当る。これにより導電体(6)に交流磁束( $\phi_2$ )と直交する方向に渦電流が流れ、該渦電流により交流磁束( $\phi_2$ )の変化(交番)を妨げる方向に磁束( $\phi_2'$ )が発生する。導電体(6)は導電率の高い材料で製作してあるので渦電流損が少なく、従って交流磁束( $\phi_2$ )と、新たに発生する交流磁束( $\phi_2'$ )とはその大きさが大略同一となる。この様に大きさ同一で、方向が逆な磁束が発生するので両磁束は打消し合い、電磁遮蔽を形成する。

【0010】したがって検出ルート外で発信コイル(4)が発生する交流磁束( $\phi_2$ )の、受信コイル(5)への伝播は少い。すなわち上述のノイズレベルNが低い。

【0011】一方検出ルートの交流磁束( $\phi_1$ )は受信コイル(5)と鎮交し、これにより交流磁束( $\phi_1$ )のレベルに対応する電圧(シグナルレベルS)が受信コイル(5)に発生する。検出ルートの交流磁束( $\phi_1$ )は導電体(6)で遮蔽されないので、該電圧(シグナルレベルS)は従来例と同様なレベルとなる。したがって、ノイズレベルNが低くなった分S/N比が向上する。

【0012】しかして、従来例と同様に、検出ルートの導電率が変化すると、例えば溶融金属からスラグに切換わると、溶融金属が実質上導電体であって、検出ルートの交流磁束( $\phi_1$ )の減衰が大きかったのに、スラグは実質上絶縁体であって渦電流が流れにくいで交流磁束( $\phi_1$ )の減衰が小さくなり、したがって受信コイル(5)の交流磁束( $\phi_1$ )対応の誘起電圧が上昇する。また、受信コイル(5)の電流位相が変化する。これらの変化の少くとも一方を電気回路で監視することにより、検出コイル部へのスラグの到来を検出しうる。上述のようにS/N比が高いので、このスラグ到来検出精度が向上する。

【0013】本発明の第2態様は、管体(3)を周回する発信コイル(4)および該管体(3)を周回する受信コイル(5)を含む検出コイル装置(3~7)において、前記管体(3)の外部かつ前記発信コイル(4)と受信コイル(5)の間に、

発信コイル(4)が発生した磁界の受信コイル(5)への波及を抑制する強磁性体を介挿したことを特徴とする。

【0014】この第2態様は、遮蔽用の導電体(6)の代りに強磁性体を用いるものであり、強磁性体も発信コイル(4)と受信コイル(5)との間の磁束を遮断するものである。これにより、第1態様の上述の作用、効果が同様な傾向で得られる。ただし、強磁性体は、検出ルートの交流磁束( $\phi_1$ )を少くしたり、あるいはそれを、受信コイル(5)に対してシャント(分流)させる作用もあり、その分受信コイル(5)の感度が低下する。したがって、第1態様の方が好ましい。

【0015】本発明の第3態様は、管体(3)を周回する、中心半径がRの発信コイル(4)および該管体(3)を周回する受信コイル(5)を含む検出コイル装置(3~7)において、発信コイル(4)が発生した磁界の、管体(3)の外空間での受信コイル(5)への波及を抑制するために、前記発信コイル(4)の中心と受信コイル(5)の中心との距離Dを、 $D \geq R/2$ としたことを特徴とする。

【0016】この第3態様は、遮蔽用の導電体(6)を用いるのに代えて、発信コイル(4)と受信コイル(5)との距離Dを大きくするものである。これにより、第1態様の上述の作用、効果が同様な傾向で得られる。ただし、遮蔽用の導電体(6)の厚みは比較的に小さくても遮蔽効果が高いのに対して、空隙の場合にはそのギャップ(D)による磁束減衰効果は低い。したがって、距離Dを、遮蔽用の導電体(6)を用いる場合よりも大きくしなければならず、 $D \geq R/2$ と大きくした。

【0017】しかし、距離Dが長くなる分、検出ルート長(交流磁束 $\phi_1$ が通る管内距離)が長くなり、その分検出ルートの交流磁束( $\phi_1$ )の減衰が大きくなり、信号レベル(S)の低下をもたらす。したがって、第1態様の方が好ましく、しかも第1態様においても、遮蔽用の導電体(6)は、極力導電率が高いもの(例えば銅、アルミニウム)として厚みを小さくするのが好ましい。

【0018】また、第1態様、第2態様および第3態様のいずれにおいても、送信コイル(4)のアンペアターン(AT)を従来よりも大きくして検出ルートの交流磁束( $\phi_1$ )のレベルを高くし、かつ受信コイル(5)の巻数を多くするのが好ましい。これらにより信号レベルSが上昇し、S/N比の向上に更に貢献する。これは特に第2態様および第3態様において好ましい。従来は送信コイルのアンペアターン数は5AT程度であり、発信コイルの巻数n1と受信コイルの巻数n2とは $n_1 > n_2$ であるが、本発明の好ましい実施例では、送信コイルのアンペアターン数n1・11 $\geq 7$ AT,  $n_1 \leq n_2$ としてS/N比を高いた。

【0019】本発明の他の目的および特徴は、図面を参照した以下の実施例の説明より明らかになろう。

#### 【0020】

#### 【発明の実施の形態】

## 【0021】

## 【実施例】

## -第1実施例-

図1に、本発明の第1実施例（上述の第1態様の一実施例）の縦断面を示す。この図1に示す検出コイル装置（3～7）は、連続鋳造設備の、取鍋からタンディッシュに溶融金属を供給する注湯ノズル3内へのスラグの進入を検出する態様のものである。耐火性物質でなるノズル3には、非磁性体（キュリー点以上の温度）の溶融金属2が流れる。ノズル3を囲むように環状で中空のケーシング7が配置されている。ケーシング7は、非磁性で導電率が比較的低いステンレス・スチール製であり、内部空間には上部より送信コイル（励磁コイル）4、銅製鉛状の電磁遮蔽リング6、及び受信コイル5の順で収納されている。

【0022】送信コイル4と受信コイル5との間の電磁遮蔽リング6が、ノズル3の外部においてリング6を通過するように送信コイル4から受信コイル5に向かう磁束（Φ2）を遮断する。すなわち両コイル4、5は、ケーシング7では疎結合の状態にある。信号発生器21が、所定周波数の交流信号を発生し、電力増幅器が該交流信号を増幅した形の交流電圧を送信コイル4に印加する。受信コイル5に誘起する電圧は受信器23で増幅される。受信器23は、増幅した信号を、信号発生器21が発生する交流信号を移相した信号に基づいて位相検波して、検出ループ（図2のΦ1ループ）の交流磁束Φ1に対応の受信信号（S）を生成し、これをスラグ流出検出器24に与える。スラグ流出検出器24は、受信信号（S）のレベルおよび位相を、ノズル3の形状および材質ならびに溶融金属の銅種および流速対応の標準値と、オペレータが設定する感度調整値に従って定められた基準値と対比して、溶融金属からスラグへの切換わりを検出し、これを報知する。

## 【0023】図2に、図1に示す送信コイル4、受信コ

$SNS = (BYK - BSG) / (B1 + BYK)$  であるので、若し B1（送信コイル4から直接受信コイル5に結合する磁束密度）が大であると（3）式の分母が大となりスラグ検出感度 SNS は低下し、逆に B1 が小であるとスラグ検出感度 SNS は高くなる。

【0027】前述の様に、この第1実施例では、送信コイル4と受信コイル5の間に電磁遮蔽リング6を介挿して両者間を疎結合としてあるので B1 は小であり、スラグ検出感度 SNS が高い。電磁遮蔽リング6は  $2 \times 10$

イル5及び電磁遮蔽リング6の電磁結合の状態を模式的に示す。送信コイル4は、それを取巻く交流磁束Φ1

（検出ルートの磁束）およびΦ2（検出ルートを外れる磁束）を発生する。検出ルートを外れる磁束Φ2は導電体で成る電磁遮蔽リング6にぶつかって電磁遮蔽リング6中に渦電流を流す。該渦電流によって発生する磁束Φ2'は、磁束Φ2と大きさ大略同一、方向反対であり両磁束は相殺されるので、磁束Φ2は受信コイル4には実質上到達しない。すなわち電磁遮蔽リング6で遮断される。

【0024】検出ルートのΦ1は、ノズル3内の溶融金属2を通り、そして受信コイル5、リング6および送信コイル4の外側を通るように、受信コイル5を周回する。すなわち受信コイル5と結合しており、受信コイル5に2次電圧を誘起する。ただし、溶融金属2は導電体であるので、ノズル3内が溶融金属2で満ちているときには、検出ルートのΦ1は溶融金属2で大きく減衰され、したがって、受信器23が outputする受信信号（S）のレベルは低い。該検出ルートにスラグが進入すると、スラグは実質上絶縁体であるのでそれによる磁束減衰が少く、受信器23が outputする受信信号（S）のレベルが上昇する。また受信信号（S）の位相が変化する。

【0025】ここで受信コイル5に誘起する電圧 e2 は、 $e2 \propto dB/dt \propto \omega B$  であり、また

$$B = B_1 + BE \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$BE = BYK + BSG \quad \dots \dots \dots (2)$$

である。但し B は受信コイルに結合する磁束密度、B1 は送信コイル4から直接受信コイル5に結合する磁束密度、BE はノズルを経由して受信コイル5に結合する磁束密度、BYK はノズル中に溶融金属のみ存在する時の透磁率に従った磁束密度、BSG はノズル中にスラグが存在する時の透磁率に従った磁束密度、である。

【0026】スラグ検出感度 SNS は、

$$SNS = (B_1 + BYK) / (B_1 + B_1 + BYK) \quad \dots \dots \dots (3)$$

6 S/m 以上の導電率を持つ銅板から製作した。

【0028】表1に、図1に示す送信コイル4と受信コイル5の間の空間（電磁遮蔽リング6の専有空間部）を、空気、ステンレス・スチール（SUS）及び銅とした時の比較を示す。励磁信号は周波数 500 Hz の正弦波である。

## 【0029】

## 【表1】

遮蔽リングの導電性物質	波高値の変化 : %	位相差 : deg	2次電圧の比 (空気を基準)	備考
空気	0.216	0.481	1.0	基準
SUS	0.698	0.613	0.859	導電率: $1.8 \times 10^6 \text{ S/m}$
銅	25.54	7.217	0.0337	導電率: $5.9 \times 10^7 \text{ S/m}$

【0030】表1に於いて、波高値 (=最大値/実効値) の変化分  $\Delta k$  は、  

$$\Delta k = [(\text{ノズル内がスラグの時の2次電圧の波高値})$$

$$\begin{aligned} & - (\text{ノズル内が溶融金属の時の2次電圧の波高値}) \\ & + (\text{ノズル内が空気の時の2次電圧の波高値}) \quad \cdots (4) \end{aligned}$$

であり、また位相差 $\Delta p$ は、

$$\begin{aligned} \Delta p = & (\text{ノズル内がスラグの時の2次電圧の位相}) \\ & - (\text{ノズル内が溶融金属の時の2次電圧の位相}) \quad \cdots (5) \end{aligned}$$

である。

【0031】表1に示すように、送信コイル4と受信コイル5との間の空間（電磁遮蔽リング6）に何れの材質を使用しても、ノズル内を流れる物質（溶融金属、あるいはスラグ）の差に従った受信コイル側での波高値の変化分 $\Delta k$ 、あるいは位相差 $\Delta p$ を検知することが出来るが、該材質にステンレス・スチール（SUS）あるいは銅を使用した場合の方が波高値の変化分 $\Delta k$ 、また位相差 $\Delta p$ は大となる。該結果より、本実施例における電磁遮蔽リング6には、 $2 \times 10^6 \text{ S/m}$ 以上の導電率を持つ銅板を使用した。しかし、該材料にステンレス・スチール（SUS）、あるいは銅を使用した場合は受信コイルに誘起する2次電圧が非常に小さな値になる。これは送信コイル4と受信コイル5を疎結合としたことに加え、送信コイル4と受信コイル5の間に電磁遮蔽リング6を設けたことにより、上記(2)式のBE(BE=B<sub>YK</sub>+B<sub>SG</sub>)が小さくなるためである。

【0032】そこで送信コイル4と受信コイル5のアンペア・ターン(AT)を大きくして磁束密度を高くしてレベル低下に対処している。すなわち送信コイル4の巻数n<sub>1</sub>、電流I<sub>1</sub>、及び受信コイル5の巻数n<sub>2</sub>とした場合に、アンペア・ターン(AT)をn<sub>1</sub> × I<sub>1</sub> ≥ 7 A T、n<sub>1</sub> ≤ n<sub>2</sub>として、スラグ検出感度を高いた。

【0033】アンペア・ターン(AT)を大とすると当然B<sub>1</sub>も増加するがB<sub>1</sub>の増化分よりも信号成分であるB<sub>YK</sub>、及びB<sub>SG</sub>の増加分の方が大きいので結果的にはスラグ検出感度を高くすることが出来る。

【0034】スラグ流出検知器24に前述の(5)式を使用して位相差 $\Delta p$ (deg)からスラグ含有量を算出してもよい。計算に使用する（ノズル内がスラグの時の2次電圧の位相）、及び（ノズル内が溶融金属の時の2次電圧の位相）は、あらかじめ実験により求めておく。

### 【0035】-第2実施例-

第2実施例（上述の第2態様の一実施例）は、電磁遮蔽リング6を強磁性体に変換するものであり、図面表記上は図1と同等となるので、図示は省略したが、この実施例は、第1実施例の電磁遮蔽リング6をそれと同様な形状の強磁性体板とし、送信コイル4の巻数n<sub>1</sub>、電流I<sub>1</sub>及び受信コイル5の巻数n<sub>2</sub>とした場合に、アンペア・ターン(AT)をn<sub>1</sub> × I<sub>1</sub> ≥ 7 A T、n<sub>2</sub> = 1.2n<sub>1</sub>としたものである。その他の構成は第1実施例と同様である。

### 【0036】-第3実施例-

図3に、第3実施例（上述の第3態様の一実施例）の縦断面を示す。この実施例は、第1実施例の電磁遮蔽リング6を削除し、送信コイル4と受信コイル5との中心間距離Dを1.2R/2としたものである。Rは、送、受信コイル4、5の中心半径である。送信コイル4の巻数n<sub>1</sub>、電流I<sub>1</sub>及び受信コイル5の巻数n<sub>2</sub>とした場合に、アンペア・ターン(AT)をn<sub>1</sub> × I<sub>1</sub> ≥ 7 A T、n<sub>2</sub> = 1.2n<sub>1</sub>としたものである。その他の構成は第1実施例と同様である。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の構成を示す縦断面図である。

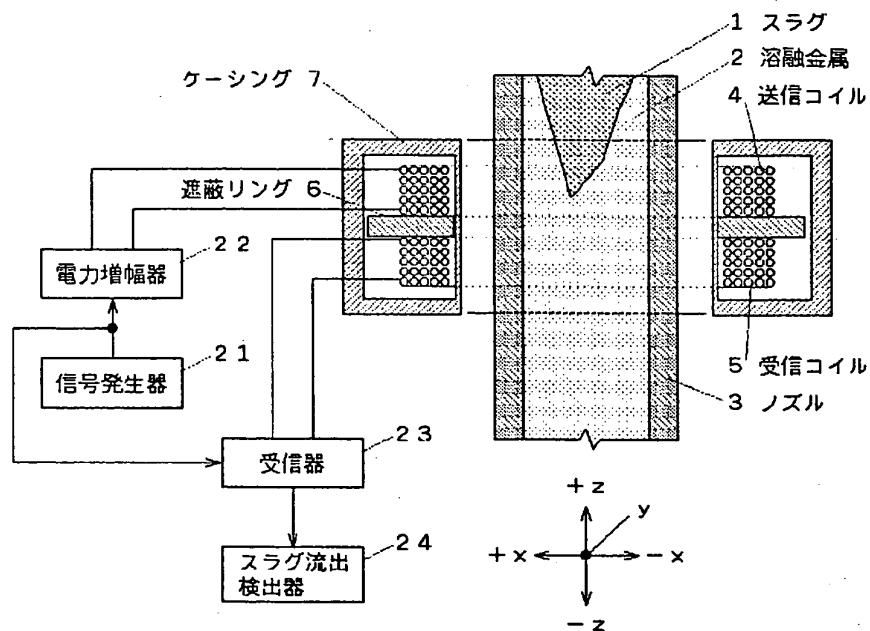
【図2】 図1に示す検出コイル装置(3～7)送信コイル4と受信コイル5の磁気的結合の状態を示す、縦断面図相当の模式図である。

【図3】 本発明の第3実施例の構成を示す縦断面図である。

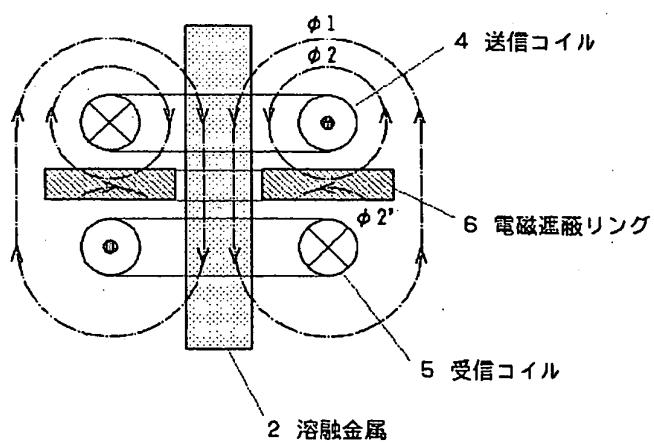
### 【符号の説明】

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 1 : スラグ          | 2 : 溶融金属    |
| 3 : 溶融金属ノズル(耐火性) | 4 : 送信コイル   |
| 5 : 受信コイル        | 6 : 電磁遮蔽リング |
| 7 : ケーシング        |             |

【図1】



【図2】



【図3】

